

[19]中华人民共和国专利局

[51]Int.Cl⁶

H04B 3/23

H04M 9/08



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 96196559.2

[43]公开日 1998年9月23日

[11] 公开号 CN 1194068A

[22]申请日 96.7.3

[30]优先权

[32]95.7.6 [33]US[31]08/498,632

[86]国际申请 PCT/US96/11271 96.7.3

[87]国际公布 WO97/02664 英 97.1.23

[85]进入国家阶段日期 98.2.26

[71]申请人 相干通讯系统公司

地址 美国弗吉尼亚州

[72]发明人 R·E·根特

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

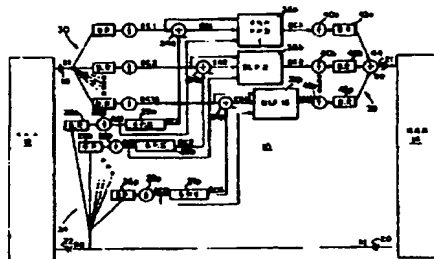
代理人 王 勇 张志雄

权利要求书 4 页 说明书 10 页 附图页数 3 页

[54]发明名称 用于回声消除的谱噪声补偿

[57]摘要

一种包括用于将发送-输入信号(SI)和接收-输入信号(RI)划分为子带发送-输入信号(SC1-SC16)和子带接收信号(RC1-RC16)的分析滤波器组(24)的回声消除器(10)。每一个子带接收信号(RC1-RC16)被拿来与一个脉冲响应函数做卷积,产生估计的回声信号(EC1-EC16),然后每一个估计的回声信号被从对应的子带发送-输入信号中减过去产生误差信号(ER1-ER16),其中用来做卷积的脉冲响应函数与在每一个子带内将接收信号与发送-输入信号耦合的回声路径有关。误差信号中的残留回声分量通过可变衰减器(36a-p)被衰减,一个选择分量被注入到每一个衰减后的误差信号中,用来补偿偶然发生于误差信号的可变衰减的对背景噪声的衰减。



(BJ)第 1456 号

权 利 要 求 书

1.一种被调整来接收发送-输入信号和接收-输入信号、并被用来从发送-输入信号中除去回声分量的回声消除器,回声分量包括至少一部分通过回声路径耦合到发送-输入信号的接收-输入信号,该回声消除器包括:

用于将发送-输入信号划分为许多子带发送-输入信号的第一滤波器装置;

用于将接收-输入信号划分为许多子带接收-输入信号的第二滤波器装置;

用于将每一个子带接收-输入信号与回声路径对应子带的脉冲响应做卷积,因此产生许多估计的子带回声信号的卷积装置;

用于将每一个估计的子带回声信号从对应的子带发送-输入信号中减去,因此产生许多误差信号的第一减法装置;

用于产生许多衰减因子的衰减因子控制装置,衰减因子基于得自于从包括(1), (2), (3)的组中选出的至少两个信号的相应比较电平的比较被决定,其中(1)、(2)、(3)分别为(1)子带发送-输入信号,(2)子带接收-输入信号,(3)误差信号;

响应于所说的衰减因子控制装置的可变衰减装置,用于根据相应的一个所说的衰减因子衰减每一个误差信号,因而产生许多衰减后的误差信号; 以及

用于组合所说的衰减后的误差信号用来给出基本上没有回声分量的发送-输出信号的组合装置。

2.权利要求1的回声消除器,包括:

用于产生许多子带噪声因子的噪声估计装置,每一个噪声因子代表子带发送-输入信号和误差信号中至少一个的噪声分量。

用于产生具有与每一个所说的子带发送-输入信号相同带宽的噪声信号的噪声源;

用于根据所说的噪声因子来调制所说的噪声信号,因此给出许多调制后的子带噪声信号的噪声调制装置;

用于将每一个所说的调制后的子带噪声信号与对应的衰减后的误差信号组合的噪声注入装置。

3.权利要求2的回声消除器,其中所说的噪声调制装置进一步被配

置用来根据每一个所说的衰减因子调制所说的噪声信号。

4.一种被调整来接收发送-输入信号和接收-输入信号、并被用来从发送-输入信号中除去回声分量的回声消除器,回声分量包括至少一部分通过回声路径耦合到发送-输入信号的接收-输入信号,该回声消除器包括:

用于将发送-输入信号划分为许多子带发送-输入信号的第一滤波器装置;

用于将接收-输入信号划分为许多子带接收-输入信号的第二滤波器装置;

10 用于将每一个子带接收-输入信号与回声路径对应子带的脉冲响应做卷积,因此产生许多估计的子带回声信号的卷积装置;

用于将每一个估计的子带回声信号从对应的子带发送-输入信号中减去,因此产生许多误差信号的第一减法装置;

15 用于根据子带衰减因子来衰减每一个子带误差信号,因此产生许多衰减后的子带误差信号的可变衰减装置;

用于组合所说的衰减后的子带误差信号用来给出基本上没有回声分量的发送-输出信号的组合装置。

5.权利要求4的回声消除器,其中所说的可变衰减装置包括:

20 用于产生许多子带衰减因子的衰减因子控制装置,每一个衰减因子基于得自于从包括子带发送-输入信号、子带接收-输入信号和子带误差信号的组中选出的至少两个信号的相应比较值的比较被决定。

6.权利要求4的回声消除器,包括用于根据对应的子带噪声因子将子带噪声信号注入到对应的衰减后的子带误差信号中的噪声注入装置。

25 7.一种用于补偿进行子带处理的电信信号中噪声分量的子带衰减的方法,其中电信信号子带被根据各个独立的衰减因子而衰减,该方法包括:

在发送-输入终端上,将电信信号做为发送-输入信号接收;

将发送-输入信号划分为许多子带信号;

30 将独立的衰减因子施加到每一个子带信号上,因此给出处理后的子带信号;

为每一个子带信号产生一个与对应的独立衰减因子成比例的子带

噪声信号;

将子带噪声信号与各个处理后的子带信号组合, 因此给出输出子带信号; 以及

5 组合输出子带信号用来给出用于从发送-输出终端传送的发送-输出信号。

8. 权利要求 7 的方法, 其中子带处理包括将回声信号从各个子带消除的步骤。

9. 权利要求 7 的方法, 包括在每一个发送-输入信号的子带内估计一个估计的噪声电平, 其中所说的产生步骤还包括按照对应的估计
10 噪声电平成比例地产生每一个子带噪声信号。

10. 权利要求 9 的方法, 其中所说的估计步骤还包括判定对应的子带信号是否主要是语音或噪声, 以及当子带信号被判定为主要是噪声时修改估计噪声电平的步骤。

11. 用于在处理后的电信信号中提供噪声分量的装置, 使得处理后的
15 电信信号的噪声分量在谱方面与对应的未处理的电信信号的噪声分量相匹配, 它包括:

用来将未处理的电信信号划分为许多子带输入信号的分析滤波器;

用来判定在每一个子带输入信号中的噪声电平的噪声判定装置;

20 包括用来独立可变地衰减每一个子带输入信号, 因此给出处理后的子带信号的装置的信号处理器,

用来产生许多子带噪声信号使得每一个子带噪声信号被按照已判定的噪声电平和每一个子带输入信号的可变衰减成比例地调制, 并用来
25 将每一个子带噪声信号与各个处理后的子带信号组合的噪声注入装置。

用于组合处理后的子带信号从而提供处理后的电信信号的组合装置。

12. 一种用于被配置来将可变衰减施加到电信信号许多子带中的每一个的电信信号处理器的谱噪声补偿方法, 该方法包括;

30 产生具有子带噪声分量的噪声信号, 包括按照施加在电信信号的对应子带部分上的可变衰减成比例的、独立地控制每一个噪声分量的电平的步骤,

将噪声信号注入到电信信号中来提供一个已注入噪声的信号，
将所说的已注入噪声的信号向目的地发送。

13. 权利要求 12 的方法，其中所说的电信信号具有拥有原始噪声谱的原始噪声量，并包括以下步骤：

5 判定原始噪声量的子带噪声电平；

进一步按照各个已判定的子带噪声电平成比例地控制每一个噪声分量的电平，由此噪声信号的谱被匹配于原始噪声的谱。

说明书

用于回声消除的谱噪声补偿

发明领域

- 5 该发明涉及一种回声消除器，该回声消除器具有用于减少残留回声的子带衰减控制和用于提供谱匹配噪声补偿的子带噪声估计和注入。

发明背景

- 10 双向无线电通信系统常常易于出现回声现象。回声是无线电通信系统中以相反方向流动的信号之间耦合的结果。例如，在电话网络中，四线到两线混合电路的反射是一个众所周知的回声源。其他的回声源包括在终端设备，例如电话中的接收信号和发送信号之间的声学或电磁学耦合。声学回声，例如，可能由电话麦克风响应扬声器发出的音频信号造成。声学回声在封闭系统中可能会尤其严重，例如在移动蜂窝电话系统中。

- 15 回声消除器通常被用来基本上减少无线电通信网络中的回声传送。传统的回声消除器包括一个横向滤波器，该滤波器的特点在于近端终端设备的脉冲响应系数。该横向滤波器被连接来接收近端接收信号，并产生估计的回声信号。估计的回声信号被从由近端终端设备传送的发送信号中减去。回声消除器实质上对低损耗、长距离的卫星和光纤电话网络
- 20 的清晰度做出了贡献。这种回声消除器的例子在美国专利 Nos. 4,064,379; 4,113,997; 4,321,686; 4,360,712; 4,377,793; 和针对 Horna 的 4,600,815, 以及美国专利 Nos. 3,780,233; 3,789,233; 3,836,734; 针对 Campenella 的 3,894,200 中被描述。

- 25 由于用来最初产生和其后修改假定的近端回声路径脉冲响应的时间有限，即使最好的回声消除器在完全除去回声方面也是不完善的。此外，数字信号的固有量化误差也限制了回声估计和消除的准确性。因此，与不相关的背景噪声截然不同的残留回声分量仍保留在回声消除后的信号之中。残留回声分量被假定为具有低的幅度。因此，传统的用来减少残留回声的方法采用了中心削波器来除掉回声消除后信号中的低
- 30 幅度分量。一般的，为了防止发送语音的过零失真，当近端发送信号很大时，中心削波器被选择为无效。然而，中心削波器的选择有效和无效也往往引起对发送信号的低幅度背景噪声分量的不被希望的调制。这种

调制会被远端感觉为通信通道的偶尔断路。此外，选择性有效的中心削波器会不被希望地衰减掉轻声的音节。

5 美国专利 Nos. 5,157,653 和针对 Genter 的 5,283,784，描述了一种回声消除器，其中可变衰减器被用来在连续的衰减范围上衰减回声消除后的信号。为了衰减残留回声，衰减通过响应于接收信号、发送信号及回声消除后的信号的相对电平的比较而变化的衰减因子来决定。为了降低对衰减器操作的感知，在有限的时间间隔内，衰减因子是渐变的而不是突变的。

10 为了进一步减小对用于回声削减的可变衰减的感知，前面提及的 Genter 专利揭示了将补偿噪声分量注入到已衰减的回声消除后的信号中（的方法）。注入噪声分量的电平由基于发送信号的估计噪声分量和衰减器施加的主要衰减而决定。正如在其中进一步描述的，补偿噪声分量从用来提供具有预先决定谱特性的噪声信号的信号源中得到，具有预先决定谱特性的噪声信号有例如白噪声，或别的波段被整形为近似于典型
15 的电话电路噪声的噪声。当然，“典型”的电话电路噪声可能变化很大，如同电话使用者附近的环境声学噪声一样。例如，由蜂窝无线电话系统的移动使用者产生的电话信号可能包括与双绞线本地回路的静止使用者所产生的电话信号中的噪声在谱方面截然不同的噪声。因此，即使从实际背景噪声到人工注入噪声的缓慢变化也会被远端清楚地感觉到并干扰远端听者。
20 因此，理想的是提供一种回声消除器，其中注入的噪声分量更准确地与发送信号中的主要噪声谱相关联。

发明概要

根据该发明的一个方面，提供了一种回声消除器，其中，具有有限带宽的发送-输入信号被划分为许多用于独立回声消除的子带发送-输入
25 信号。接收-输入信号也被划分为许多子带接收-输入信号。每一个子带接收-输入通道信号都与一个相应的估计脉冲响应卷积来产生各自的估计子带回声信号，其中的估计脉冲响应与相应的子带内接收-输入信号和发送-输入信号之间的回声路径有关。每一个子带回声信号被从相应的子带发送-输入通道信号中减走来产生各自的子带误差信号。于是根据相应的
30 的子带发送-输入信号、子带接收-输入信号和子带误差信号相对电平的比较，通过在独立的基础上可变地衰减子带误差信号，残留回声被减少。

根据该发明的另一个方面，为了对分别衰减后的误差信号中背景噪声的偶然衰减做补偿，噪声分量被注入或加入到可变衰减后的子带误差信号中。每一个注入噪声分量的电平被按照施加在相应的子带误差信号上的衰减成比例地独立控制。每一个注入噪声分量被进一步按照在相应的子带发送-输入通道信号中的已判定的噪声电平成比例的控制。所产生的发送-输出信号的噪声分量因此在频谱上与发送-输入信号的噪声分量相匹配。

根据该发明的另一个方面，通过将子带发送-输入信号和子带接收-输入信号作为抽取（decimated）信号，回声消除器的计算复杂度被降低。抽取子带信号因此也减少了其中编码音频值所需的比特率。

该发明的其他新的、有用的方面及其中有关的优越之处将在此清楚地解释。

附图简略描述

当结合附图阅读时，前面的概要以及下面该发明的优选实施方案的详细描述会被更好的理解。其中

图 1 是根据该发明的一种回声消除器的功能方框图。

图 2 是应用在图 1 中回声消除器中的非线性处理器的功能方框图。

图 3 是在图 1 中的回声消除器中执行的衰减控制过程的逻辑流程图。

图 4 是在图 1 中的回声消除器中执行的噪声注入控制过程的逻辑流程图。

优选实施方案的详细描述

现在参考图 1，其中表示了回声消除器 10。在一个无线电通信系统中，回声消除器 10 被连接在近端站 12 和远端站 14 之间。近端站 12 可能包括电话、混合电路、编解码器或其他设备，例如涉及为近端用户提供电话服务的中央办公室。近端站产生并传送被提供为发送-输入信号的信号 SI 到回声消除器 10 的终端 18。发送-输入信号 SI 被回声消除器 10 处理用来消除回声。处理后的信号在终端 21 处被提供为发送-输出信号用来传送到远端站 14。远端站 14 产生并传送被回声消除器 10 作为接收-输入信号 RI 在终端 20 处接收的信号。接收-输入信号 RI 在回声消除器 10 的终端 22 处被提供为接收输出信号 RO，用来传送到近端站 12。

接收-输入信号 RI 被多通道滤波器组 24 分析。在优选实施方案中，

RI 和 SI 是数字电话信号，每一个都具有 64kb/s 的数据率和从 300HZ 扩展到 3300HZ，宽度大约为 3000 HZ 的音频带宽。滤波器组 24 包括用于将 RI 划分为 16 个近似 250HZ 宽的子带信号的带通滤波器 26a-p（滤波器 26a-p 的各个波段部分重叠）。滤波器组 24 还包括抽取（decimation）滤波器 28a-p，用于有效地将子带通道信号的音频量迁移到基带并因此降低需要用于编码其音频值的数据率，其中，每一个抽取滤波器被连接来从相应的一个带通滤波器 26a-p 接收一个子带通道信号。每一个抽取滤波器将子带输入信号降低为音频带宽处于约 0-250HZ 之间的输出信号。滤波器组 24 将接收-输入信号 RI 分析成 16 个抽取子带接收-输入信号 RC1-RC16，然后它们被提供在抽取滤波器 28a-p 的各个输出终端上。

信号 RC1-RC16 被从滤波器组 24 提供给各个卷积器 29a-p。每一个卷积器包括一个用于提供移位寄存器的存储器，该移位寄存器用来存储相应的接收通道信号的一组连续值，并用来存储与相应通道相关联的一组回声路径脉冲响应系数（即，终端 22 和终端 18 之间的回声路径的脉冲响应）。卷积器 29a-p 中的每一个被配置用来将信号 RC1-RC16 中的一个与存储的脉冲响应系数做卷积。卷积器 29a-p 最好被配置为用来通过周期地更新存储的脉冲响应系数来适应回声路径的各个子带中的变化。每一个产生的输出信号，EC1-EC16，表示一个与相应子带有关的估计回声信号。最佳的，卷积器 29a-p 表示的卷积由一个单独的数字信号处理器在各个子带通道之间时域共享的基础上执行。

一个操作类似于滤波器组 24 的 16 通道抽取滤波器组 30 被与终端 18 相连来接收发送-输入信号，SI。滤波器组 30 将 SI 分析为 16 个抽取子带发送-输入信号 SC1-SC16。然后，为了产生各个误差信号 ER1-ER16，回声消除器将每一个估计回声信号 EC1-EC16 从相应的一个抽取子带发送-输入信号 SC1-SC16 中减去。如同图 1 中表示的，每一个估计回声信号 EC1-EC16 被提供到加法放大器 34a-p 中对应一个的反向输入端。信号 SC1-SC16 中的每一个被提供到放大器 34a-p 中对应一个的非反向输入端。放大器 34a-p 执行所表示的相应的子带发送-输入信号和估计回声信号的减法来在放大器 34a-p 的各个输出终端上产生误差信号 ER1-ER16。

然后，为了衰减其中的残留回声分量，误差信号 ER1-ER16 被进行

进一步的处理。这种进一步的处理包括在各个误差信号 ER1-ER16，对应的子带发送-输入信号 SC1-SC16，和对应的子带接收-输入信号 RC1-RC16 的相对强度基础上，独立地衰减每一个误差信号。另外，这种进一步的处理最好包括独立地，并且按照施加在每一个误差信号上的衰减程度成比例地，将补偿噪声分量加进衰减后的误差信号中的操作。如同图 1 中表示的，这种进一步的处理由非线性处理器 36a-p 实行。

5 每一个非线性处理器 36a-p 被连接来接收误差信号 ER1-ER16 中对应的一个。非线性处理器 36a-p 选择性地衰减误差信号 ER1-ER16，并在其中注入补偿噪声从而在各个非线性处理器 36a-p 输出终端上给出各个输出通道信号 OC1-OC16。

10 输出通道信号 OC1-OC16 然后被组合或被合成来在终端 21 处产生发送-输出信号 SO。例如，合成滤波器组 38 被连接来接收信号 OC1-OC16。滤波器组 38 包括内插滤波器 40a-p 用来内插每一个输出通道信号 OC1-OC16，使得每一个输出通道信号的音频谱在实际上被重新定位在发送-输入分析滤波器组 30 的对应的带通滤波器的中心频率附近。然后，由各个滤波器 42a-p 产生的输出信号被组合，例如通过加法放大器 44 来在终端 21 处给出发送-输出信号 SO。

非线性处理器 36a-p 对误差信号 ER1-ER16 进行的处理连同具有代表性的非线性处理器 36 一起在图 2 中被更详细的表示出。非线性处理器 36 接收发送-输入子带信号 SCn；误差信号 ERn；以及接收-输入子带信号 RCn。滤波器 56a-c 被连接来接收各个输入信号 SCn, ERn 及 RCn，并且每个滤波器都响应各自的信号来以非零均值信号的形式产生每一个输入信号的统计测量值。例如，滤波器 56a-c 可能给出各个输入信号 SCn, ERn 和 RCn 的绝对值的移动平均 SAVG, EAVG 和 RAVG。

25 在另一个可选的实施方案中，为了给出关于每一个输入信号 SCn 的比较电平，滤波器 56a-c 可能因此给出其他的非零均值，例如，平方值，均方值，根平均平方值或对数值。

为了减少残留回声，平均值信号 SAVG, EAVG, RAVG 被提供给衰减因子控制器 60 用来决定将被施加在误差信号 ERn 上的衰减因子 ATT。一个由衰减因子控制器 60 执行的优选过程在图 3 中被图解说明。

从步骤 80 开始，衰减因子控制器 60 获得与其中一个子带通道有关的最当前的 EAVG, SAVG, RAVG 值。然后，该过程执行到步骤 82。

在步骤 82, 衰减因子控制器 60 判定 E_{AVG} , R_{AVG} , S_{AVG} 的值是否指示了一种情况: 在近端站和远端站之间的选择出的子带通道中的通信是由在近端产生的信号控制的。例如, 当 E_{AVG} 大于一个 R_{AVG} 值的预定比例加上一个相对小的常数值 D (即, 当 $E_{AVG} > A * R_{AVG}$, 其中 $A * R_{AVG}$ 最佳为 18dB 或低于 R_{AVG} 并且 D 大约为 -50dBm0), 并且当 E_{AVG} 大于一个 S_{AVG} 的预定比例值 (即, 当 $E_{AVG} > B * S_{AVG}$, 其中 $B < 1$ 且 $B * S_{AVG}$ 最好小于 S_{AVG} 大约 12dB 或更多) 时, 可以假定近端站正在产生大体上大于远端站的发送信号。如果步骤 82 的条件满足, 那么过程执行到步骤 84, 否则, 过程执行到步骤 86。

在步骤 84, 衰减因子减小一个预定值。例如, 衰减因子可以乘以一个因子 $C < 1$ 。在进入步骤 84 的条件下, 大的近端发送信号将趋向于遮蔽任何的残留回声信号, 甚至在没有所施加的衰减的情况下。因此, 衰减因子控制器 60 迅速的将衰减因子 ATT 降低到一个预定的最小值 ATT_{min} 。在另一个可选实施方案中, 其中 E_{AVG} , S_{AVG} 和 R_{AVG} 是对数值, 衰减因子可以通过从其中减去一个预定的减小量来减小。在步骤 84 中进行的衰减因子降低的幅度足够大, 使得步骤 84 的重复执行足以在小于 100ms, 最好是约 2ms 内将衰减因子从预定的最大值 ATT_{max} 降低为 ATT_{min} 。从步骤 84 衰减因子控制器 60 返回到步骤 80。

在步骤 86, 衰减因子控制器 60 判定 E_{AVG} 是否小于 S_{AVG} 的一个预定比例值 (即, 当 $E_{AVG} < B * S_{AVG}$ 时)。当步骤 86 定义的条件满足时, 发送-输入子带信号 SC_n 的很大一部分被假定为包括正在被回声消除器除去的回声。在这种条件下, 近端站相对安静, 误差信号包括相对较高比例的残留回声。如果步骤 86 的条件满足, 那么过程执行到步骤 88, 否则过程执行到步骤 90。

在步骤 88, 为了减少残留回声向远端站的传送, 衰减因子控制器 60 迅速地将衰减因子 ATT 向最大值 ATT_{max} 增加。这种增加可以通过将衰减因子乘以一个预定常数 $E > 1$ 或者给衰减因子加入一个预定增量, 直到衰减因子大于或等于最大值 ATT_{max} 而实现。正如可以估计的那样, 在步骤 88 只要当 E_{AVG} 小于 S_{AVG} 的一个预定比例值, 最好是 E_{AVG} 小于 S_{AVG} 大约 12dB 或者更多时, 衰减因子就会被增加。然后, 执行返回到步骤 80。

在步骤 90, 前面定义的步骤 82 和步骤 86 的条件没有一个占据优

势。如果到达步骤 90，那么 EAVG 不会大于 RAVG 加上一个小的偏移量很多，并且 EAVG 在 SAVG 的 12dB 之内。在这种情况下，EAVG 与 SAVG 足够接近，使得相对较少的回声被减去。另外，或者 EAVG 相对于 RAVG 很小，或者 EAVG 和 RAVG 两者都相对于在步骤 82 中定义的小偏移量 D 很小。在这种情况下，衰减因子控制器 60 缓慢地将衰减因子朝一个最小值减小。衰减因子在步骤 90 被减小一个足以在大约 1 到 5 秒内使衰减因子达到 ATT_{min} 的减小量。如果实际存在双重通话的情况，那么远端可能感觉到一些残留回声。然而因为衰减因子被独立地为每一个子带判定，将会有一些波段由于在双重通话期间发送-输入和接收-输入信号之间的相对谱变动使其中的衰减因子保持在相对高的电平。另外，即使在双重通话的情形下，由于近端和远端语音信号被假定为不相关的，双重通话不可能在一个单独的子带内存储器在很长一段时间。因此，任何在双重通话期间被该发明的回声消除器发送到远端的残留回声分量比当用先前知道的回声消除器为整个传送频带作一个单独的衰减因子判定时更不易被感觉到。在步骤 90 之后，衰减因子控制器返回到步骤 80。

再次参考图 2，衰减因子被转换为增益信号，例如通过从一个连同加法放大器 62 一起被表示出的常数中减去该衰减因子而实现。然后该增益信号被作为控制输入被提供给可变增益放大器 64。误差信号 ER_n 被应用为放大器 64 的一个输入信号，并被乘以所采用的增益来产生衰减的误差信号，该误差信号被表示为放大器 64 的输出终端处的中间输出信号 IO_n 。在其中 56a-c 的每一个滤波器产生一个不与输入信号幅度成正比的非零均值信号的实施方案中，转换装置会被提供用来将衰减因子转换为适当的用来调制误差信号幅度的线性或对数标量。例如，如果各个 SAVG, EAVG 和 RAVG 信号包括移动平均平方值，那么衰减因子的平方根可以被判定并被应用于放大器 62。最佳地，如同下面进一步讨论的，加法放大器 62 的输出进一步作为衰减因子的一个正弦函数变化。

放大器 64 相对于衰减因子控制器 60 判定的衰减因子反向放大误差信号。误差信号的任何噪声分量也将被根据对衰减因子所做的调整而调制。例如，当衰减因子为最大值时，误差信号 ER_n 的噪声分量将被连同残留回声一起衰减。为了防止远端听者可能感觉到由残留回声消除造

成的干扰噪声幅度的变化，噪声判定和注入系统被提供来判定误差信号的噪声值，并用来将补偿噪声分量注入到输出信号中，补偿噪声分量最好与误差信号的已判定噪声值成正比，并被相对于已判定的衰减因子而控制，从而当衰减因子变化时，在输出信号中保持一个恒定的噪声电
5 平。在另一个其中附带噪声调制被认为是可接受的可选实施方案中，中间输入信号 I_{On} 可以被直接从非线性处理器中给出，作为用于后续重构并且与同样处理后的信号组合来产生发送-输出信号的输出通道信号。

噪声源 66 被给出用来产生噪声信号 NS 。噪声源 56 可能包括一个用于存储一系列伪随机数字值的存储器设备，这些伪随机数值被周期地
10 从该存储器设备中得出。噪声信号 NS 的谱在优选的子带宽度上是平坦的。噪声信号 NS 被提供作为可变增益放大器 68 的输入。放大器 68 的增益由噪声因子控制器 70 给出的噪声因子 NF 来控制。放大器将 NF 与 NS 相乘来产生估计的噪声信号 NE ， NE 因此被根据误差信号 ER_n 的估计噪声值而调制。估计噪声信号 NE 被提供为可变增益放大器 72 的输入。
15 为了将 NE 和 ATT 相乘来产生输出噪声注入信号 $NINJ$ ，放大器 72 的增益被衰减因子 ATT 控制。噪声注入信号 $NINJ$ 因此被相对于中间输出信号 I_{On} 逆向调制。因此，噪声注入信号 $NINJ$ 给出一个表示被放大器 64 衰减的误差信号的噪声分量的噪声信号。然后，噪声注入信号 $NINJ$ 被加入到中间输出信号 I_{On} （例如通过加法放大器 74）中产生非线性
20 处理器 36 的输出通道信号 O_{Cn} 。最佳地，放大器 72 根据衰减因子的正旋函数来变化 $NINJ$ 的幅度。

如同上面提到的，放大器 62 产生的增益按照 DC 电平减去衰减因子后的正弦函数来变化。因此，如果衰减因子在 0 到 $\pi/2$ 之间变化，且
25 DC 电平保持在 $\pi/2$ ，那么放大器 62 施加在误差信号上的增益将会按照衰减因子的余弦变化。另外，放大器 62 施加在估计噪声信号上的增益会按照衰减因子的正弦变化。因此，中间输出信号的噪声值和噪声注入信号的平方和将保持为常数，这是保持两个不相关信号的和为常数功率电平的条件。

发送-输出通道信号 SC_n 的噪声值可以被噪声因子控制器 70 在
30 $SAVG, EAVG$ 和噪声值的估计的相对值基础上控制。平均滤波器 73 被连接来接受估计的噪声信号 NE ，并给出其绝对值的移动平均作为噪声因子控制器的输入信号 $NAVG$ 。在优选实施方案中，噪声因子控制器

根据图 4 中表示的流程图来进行。

从步骤 100 开始，噪声因子控制器获得 NAVG，EAVG 和 SAVG 的最当前值。然后，噪声因子控制器进行到步骤 102。

在步骤 102，噪声因子控制器判定 NAVG 的最当前值是否大于 EAVG。如果 NAVG 大于 EAVG，那么噪声因子控制器进行到步骤 104。否则，噪声因子控制器进行到步骤 106。

在步骤 104，噪声因子通过乘以一个预定因子 $G < 1$ 或减去一个预定减小量而被减小。正如可以估计的，在步骤 104，只要 NAVG 超出 EAVG，噪声因子将被减小。这种减小最好是快速的，因为误差信号噪声量的估计值应当被保持为低于误差信号的平均幅度。在步骤 104 之后，执行过程返回到步骤 100。

在步骤 106，噪声因子控制器判定 SAVG 是否低于一个预定的阈值 H。预定值 H 被选择为足够小，例如 -45dBm0，使得如果 SAVG 小于 H，就可以假定发送-输入信号主要为低幅度背景噪声而不是语音。此外，为了防止对应于反射的远端语音中的偏差调制噪声因子，理想的是在步骤 106 也判定是否 RAVG 也低于一个预定阈值 J，例如 -45dBm0。在另一个可选的实施方案中，在步骤 106 中可以实施其他的测试来判定子带发送-输入通道信号 SCn 是否表示语音或噪声。例如，噪声因子控制器可以实施另一个可选的统计测试来判定特征的统计数字，例如，发送-输入通道信号的方差，或误差信号是否表示了语音或噪声为主的信号。如果在步骤 106，判定了发送-输入信号主要是噪声，那么噪声因子控制器进行到步骤 108。否则，噪声因子控制器进行到步骤 110。

在步骤 108，噪声因子 NF 通过一个预定因子 $I > 1$ 或一个预定的附加增量而被增加。在步骤 108 中实施的噪声因子的递增最好在幅度上小于在步骤 104 中实施的递减（即 $I < G^{-1}$ ），因为很清楚地，必须快速地减小噪声因子使得 NAVG 被降低到低于 EAVG，然而任何所希望的噪声因子的增加都应该更谨慎，因而缓慢地被实现。在步骤 108 之后，执行过程回到步骤 100。

在步骤 110，噪声因子不发生任何改变，已经判定了 NAVG 不超过 EAVG，并且 SAVG 不表示发送-输入通道信号主要为噪声。在步骤 110 之后，执行过程返回到步骤 100。

在优选实施方案中，图 1 的回声消除器 10 由一个单独的数字信号

处理器实现, 该处理器具有一个算法逻辑单元, 它被用来计算接收-输入和发送-输入子带通道信号的连续值, 并用来在各个子带之间时域共享或时分复用的基础上执行上面描述的卷积、非线性处理和其他操作。算法逻辑单元与足够数量的用于存储大量连续子带信号值、各个脉冲系数以及其他用于执行上面描述的各种操作所需的值的内存储器寄存器相连。因为子带信号最好是经过抽取的, 各个卷积执行的速率可以被相对于发送-输入信号和接受-输入信号被接受的采样率减小, 因而降低了与宽带或单通道回声消除器有关的计算速率。

在另一个可选实施方案中, 图 1 中的回声消除器 10 可以通过利用大量的并行运行的数字信号处理器来实现。其中, 每一个处理器被配置用来在空间-划分复用的基础上处理子带的一个子集。

所采用的术语和表达式被用做描述术语而不做为限制。在使用这些术语和表达式上, 无意排除所表示和描述的特征或其中一部分的任何等价表达。然而, 要承认的是, 在该发明声明的范围内的各种修正都是可能的。

Figure 1. The effect of the number of trials on the number of correct responses. The number of correct responses was significantly higher than the number of incorrect responses for all groups. The number of correct responses was significantly higher than the number of incorrect responses for all groups. The number of correct responses was significantly higher than the number of incorrect responses for all groups.



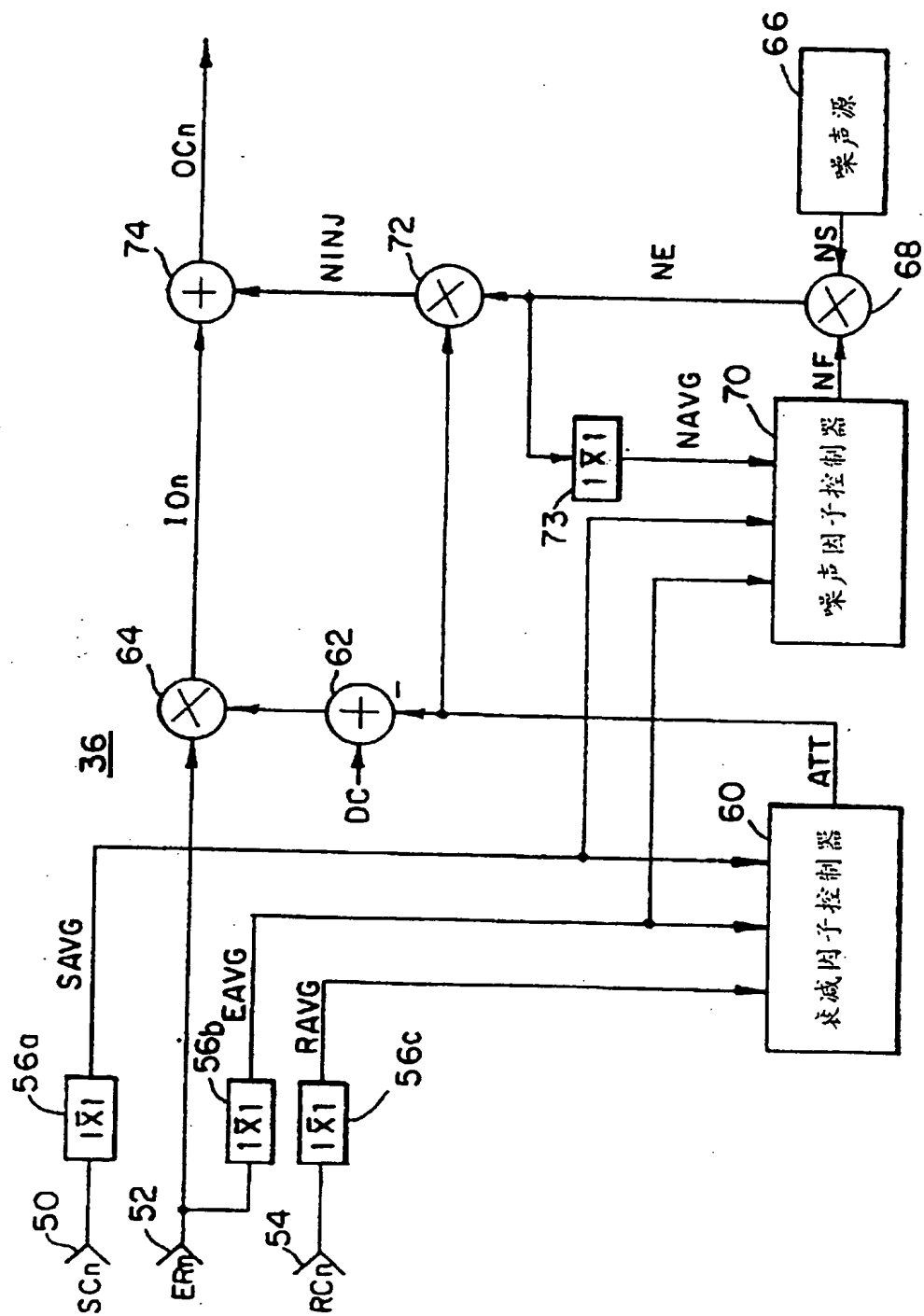


图 2

